

## ⑫ 特許公報(B2)

平5-75827

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>C 23 C 14/34  
14/35

識別記号

庁内整理番号

8414-4K  
8414-4K

⑭ 公告 平成5年(1993)10月21日

発明の数 1 (全14頁)

⑮ 発明の名称 対向ターゲット式スパッタ装置

⑯ 特 願 昭62-293980

⑰ 公 開 昭63-270461

⑱ 出 願 昭62(1987)11月24日

⑲ 昭63(1988)11月8日

優先権主張 ⑳ 昭61(1986)12月26日 ㉑ 日本(JP) ㉒ 特願 昭61-308517

㉓ 発 明 者 門 倉 貞 夫 東京都日野市旭が丘4丁目3番2号 帝人株式会社薄膜材料研究所内

㉔ 発 明 者 本 庄 和 彦 東京都日野市旭が丘4丁目3番2号 帝人株式会社薄膜材料研究所内

㉕ 発 明 者 楠 原 章 男 山口県岩国市日の出町2番1号 帝人株式会社生産技術研究所内

㉖ 出 願 人 帝 人 株 式 会 社 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号

㉗ 代 理 人 弁理士 前田 純博

審 査 官 浅 見 節 子

㉘ 参 考 文 献 特開 昭58-100680 (JP, A)

1

2

## ⑳ 特許請求の範囲

1 所定距離隔てて対向したターゲットの夫々の周囲に沿ってその外側に磁界発生手段を設け、ターゲット対向方向の垂直磁界を発生させて、ターゲット間の対向空間の側方に配置した基板上に膜形成するようにした対向ターゲット式スパッタ装置において、夫々のターゲットの周辺部の前面近傍又は／及び磁界発生手段の前面近傍に電子を反撥する負電位の反射電極を設けたことを特徴とする対向ターゲット式スパッタ装置。

2 前記夫々のターゲットの少なくとも周辺部の前面近傍に電子を捕捉するターゲットの面に平行な成分を有する補助磁界が形成されている特許請求の範囲第1項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

3 前記磁界発生手段の磁極は前記垂直磁界及び補助磁界を形成するように配置されている特許請求の範囲第2項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

4 前記磁界発生手段の磁極がターゲットの夫々の前面より対向空間側に位置する特許請求の範囲

第3項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

5 前記磁界発生手段の磁極が反射電極である特許請求の範囲第4項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

6 前記磁界発生手段は棒状の永久磁石の集合体とその前面に配置した磁性材からなるコアとからなる特許請求の範囲第1項～第5項記載のいずれかの対向ターゲット式スパッタ装置。

7 コアが反射電極である特許請求の範囲第6項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

8 反射電極は連続したリング状である特許請求の範囲第1項～第7項記載のいずれかの対向ターゲット式スパッタ装置。

9 反射電極は所定巾の板状体でターゲットホルダーと磁界発生手段との間隙をカバーするように設けられている特許請求の範囲第8項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

10 反射電極はターゲットと同じ材料である特許請求の範囲第8項又は第9項記載の対向ターゲット式スパッタ装置。

11 アノード電極が磁界発生手段の側面を囲む

ように配置されているシールドである特許請求の範囲第1項～第10項記載のいずれかの対向ターゲット式スパッタ装置。

12 前記ターゲットは、冷却流体が流通する冷却溝を穿設した支持体上に直接取着されている特許請求の範囲第1項～第11項記載のいずれかの対向ターゲット式スパッタ装置。

#### 発明の詳細な説明

##### 〔利用分野〕

本発明は、ターゲットを対向させた対向ターゲット式スパッタ装置に関し、更に詳しくはターゲット使用効率が高く膜厚分布の制御が容易な磁気記録媒体、透明導電性部材等の記録・電子部材の製造に好適な巾の広い長尺の基板を移送しつつ連続的に所望の薄膜を形成するのに好適な対向ターゲット式スパッタ装置に関する。

##### 〔従来技術〕

前述の対向ターゲット式スパッタ装置は、特開昭57-158380号公報等で公知の通り、真空槽内で対向させたターゲットの対向方向に磁界を発生させ、ターゲットの側方に配した基板上に膜形成するスパッタ装置で、各種材料中でも磁性材の低温、高速の膜形成ができる特徴を有し、磁性薄膜、薄膜型磁気記録媒体等の製造に利用されている。

ところが、従来の対向ターゲット式スパッタ装置を用いて膜形成例えば垂直磁気記録媒体のCo-Cr合金膜を連続形成した場合、ターゲットはその中心部に侵食が集中し、ターゲットの利用効率が低いことがわかった(IEEE Trans on MagneticsMAG17.p3175(1981))。又基板の巾方向においても膜厚分布が生じ、生産性面で問題があることがわかった。

これに対して、本発明者らは特開昭58-164781号公報及び特開昭59-116376号公報において、第17図の構成すなわち、ターゲットの周囲に磁界発生機構のコアを配置し、磁界をターゲットの周囲に発生させるようにした構成を提案した。すなわち、同図は、対向ターゲット式スパッタ装置のターゲット部のみ示したもので、対向ターゲットT、T'の周囲にシールドを兼ねて、端部301a、302aをターゲットT、T'の表面に望むように折曲させたコア301、302の脚部301b、302bに磁界を発生させるコイル又は永

久磁石からなる磁界発生源301'、302'を磁氣的に結合させて設け、図示のごとく磁界HをターゲットT、T'の周囲に集中的に発生させるようにしたものである。図において310は真空槽壁、311、312はターゲットホルダー、311a、312aはターゲット冷却のための冷却配管である。この構成により磁界はターゲットを経由しないで直接コア間に形成されるので、磁化の分布がターゲット材の透磁率、飽和磁化、ターゲットの厚みに影響されず安定し且つ、プラズマ捕捉用磁界がターゲット周囲に形成されるのでその侵食領域が中心部から周辺部へ拡大し、ターゲットの利用率が向上した。しかしながら、スパッタの際放電電圧が高くなり、高いスパッタガス圧でないと、高い生産性を得ることができない、又高いスパッタガス圧ではスパッタ粒子が基板へ飛来するまでの空間での衝突確率が増加するので基板へ到達するスパッタ粒子のエネルギーが小さくなり基板上に堆積する時の粒子の移動度が低下して形成される膜は脆い組織のものや結晶配向性の乏しいものとなり易いため望むところの結晶組織を得るといった対向ターゲット法の特長を発現しにくい、又基板巾が広くなりターゲットの巾が広くなると、前述の基板巾方向でその中心部と端部の薄膜厚差が大きくなると共に、中心部の侵食が速く全体としてのターゲットの利用率が低下するという問題があることがわかった。

##### 〔発明の目的〕

本発明はかかる問題に鑑みなされたもので、巾の広いターゲットにおいても上述の問題のない生産性のよい改良された対向ターゲット式スパッタ装置を目的とするものである。

##### 〔発明の構成及び作用〕

すなわち、本発明は、前述の特開昭58-164781号公報、特開昭59-116376号公報開示の対向ターゲット式スパッタ装置の改良で、所定距離を隔てて対向したターゲットの夫々の周囲に沿ってその外側に磁界発生手段を設け、ターゲット対向方向のプラズマ捕捉用の垂直磁界を発生させて、対向したターゲット間の対向空間の側方に配置した基板上に膜形成するようにした対向ターゲット式スパッタ装置において、夫々のターゲットの周辺部の前面近傍又は／及び磁界発生手段の前面近傍に電子を反撥する負電位の反射電極を設けたことを

特徴とする対向ターゲット式スパッタ装置である。

上述の本発明のなかでも、ターゲットの周辺部の前面近傍に電子を捕捉するターゲット面と平行な成分を有する補助磁界を形成したものでは、ターゲットの侵食領域の拡大面で特に大きな効果がある。

ところで、上述の本発明は、以下のようにしてなされたものである。すなわち特開昭58-164781号公報、特開昭59-116376号公報をはじめ、従来のスパッタ装置の前記問題は、これらスパッタ装置に配設されているシールド（陽極部）と、 $\gamma$ 電子を拘束させる垂直磁界の相互作用に着目し、種々検討した結果、該シールドがプラズマ中の電子（ $\gamma$ 電子、熱電子）を吸収する作用を奏しているのではないかと考えられた。そこでターゲット外周部に沿って設けた磁界発生手段によって制御される電子の軌道域に従来のシールドに替えてシールドと全く反対の作用を奏する反射電極を設けて、電子を反撥させるようにしたところ、放電特性が大巾に改良され、低ガス圧、低電圧で良好な特性の膜形成かで見出された。そして、更にターゲット外周部に沿って、その前面近傍に電子を捕捉するターゲット面に平行な成分を有する補助磁界を形成すると、前記放電特性が更に改良されると共に侵食領域が大巾に拡大し、場合により従来不可能と思われていたターゲット全面の均一な侵食もできることが見出された。本発明はこれら知見に基いてなされたものである。

従つて本発明によれば、(1)ターゲットの侵食領域とその分布が調節でき、基板巾方向の膜厚分布の均一性が大巾に拡大できること、(2)スパッタ電圧が低くでき、スパッタ膜質を向上させることのできる高真空スパッタが容易に実現できること、更に(3)基板への熱衝撃の調節が基板巾方向でさらに均一化されること等従来の問題が解決された理想に近い対向ターゲット式スパッタ装置が実現される。

又、本発明によれば、上述の通り前述した課題が解決される上、磁界発生手段をターゲットの周囲に配置する構成によりターゲットの全面冷却が可能となり、従来のターゲット背後に磁界発生手段の磁石を収納したものに比較してターゲットの冷却効果を10倍以上高めることが可能になり、従

来のスパッタ堆積速度を大巾に改善できる。

さらに本発明を用いてポリエステルフィルム等のプラスチックフィルム上にNi-Fe合金（パーマロイ）等の金属薄膜を形成する場合にカールのない膜を形成できることがわかった。そして垂直磁気記録媒体として注目されるCo-Cr合金垂直磁化膜の形成において、本発明を用いると他の蒸着法やスパッタ法と対比して低温で高い垂直抗磁力を有する記録特性に優れた膜を形成できることもわかった。このように本発明は形成する薄膜の膜質向上、適用できる基板材料の範囲の拡大等薄膜製造においても大きな寄与をなすものである。

以下本発明の詳細を実施例に基いて説明する。第1図は実施例の全体構成を示す概略図、第2図はその一方のターゲットの平面図、第3図は基板と直交する第2図のAB線での側断面図である。

第1図から明らかな通り、本装置は前述の特開昭57-158380号公報等で公知の対向ターゲット式スパッタ装置と基本的に同じ構成となつている。

すなわち、図において10は真空槽、20は真空槽10を排気する真空ポンプ等からなる排気系、30は真空槽10内に所定のガスを導入して真空槽10内の圧力を $10^{-1} \sim 10^{-4}$ Torr程度の所定のガス圧力に設定するガス導入系である。

そして、真空槽10内には、図示のごとくターゲット部100、100'により基板Sに面する辺が長い長方形の1対のターゲットT、T'が、空間を隔てて平行に対面するように配設してある。

ターゲット部100、100'は全く同じ構成であり、以下その一方のターゲット100に基いて説明する。

ターゲット部100は従来と異なり、第2図、第3図から明らかなように、プラズマ捕捉用垂直磁界と補助磁界を形成するように磁界発生手段120がターゲット1背後でなく、その周囲に配置され、且つその前面に $\gamma$ 電子等の電子を反撥する負電位の反射電極110を設けた構成となつている。すなわち、第2図、第3図において101は、その上にターゲットTが装着されるターゲットホルダーで、ターゲットTと同じ外形の所定肉厚の筒状体からなり、その上には、テフロン（デュボン社商品名）等の絶縁材からなる絶縁ブロック102を介して、図で上面にターゲットTを冷

却するための第2図に点線で示すようなジグザグの連続した冷却溝103aを全面に亘って穿設したステンレス等の熱電導性の良い材からなる冷却板103がボルトにより固定されている。そして、冷却板103上には、ターゲットTがその周囲に所定間隔で穿設したボルト穴104を介してボルト104aで固定される。冷却板103のこの冷却溝103aには、接続口103bに図示省略した冷却配管が接続され、冷却媒体の循環により直接ターゲットT全面を冷却するようになってい

る。なお、ターゲットホルダ101の上面、絶縁ブロック102、冷却板103、ターゲットTの各接触面は、当然の事ながらパッキン（図示省略）によりシールされている。以上の構成によりターゲットTの交換が簡単になると共にターゲットTは隅々迄均一冷却が可能となり、従来の磁石内蔵型に比較するとターゲットの冷却効率は10倍以上となり、堆積速度が大巾に向上し、生産性、安定運転面で効果大である。

電子を反射する反射電極110は、本例では断面し字型の銅、鉄等により図示の通りターゲットTの周囲に沿って枠構成として、冷却板103の側面に直接ボルトで取着し、冷却板103を介して冷却できるようにすると共にその電位はターゲットTと同電位になるようになっている。

なお、本例では反射電極110は、その対向辺部110aがターゲットTの前面より対向空間側（図で上方）を数mm程度突き出すように配置してある。これは磁性体ターゲットの場合に対向辺部110aを後述の磁界発生手段120の磁極として用いるためである。

ターゲットホルダー101の外側にはステンレス等の非磁性導電材からなるチャンネル型の磁石ホルダー105がボルト（図示省略）により固定されている。磁石ホルダー105は、その内部に磁界発生手段120のコア121、永久磁石122が収納できるようにその先端部外側にチャンネル型ホルダー部105aが形成されており、又ターゲットT及び冷却板103と所定の間隙106を有するように配置されている。

磁界発生手段120のコア121と永久磁石122とは、図示の通り、鉄、バマロイ等の軟磁性材の板状体からなる発生磁界を全周に亘って均一化するためのコア121が図で上部の前面側に位

置し、その背後に永久磁石122がターゲットTのスパッタ面に垂直方向の磁界を発生する磁極配置で、非磁性体ターゲットの場合に有効な補助磁界が形成できるようにコア121の前面が略ターゲットTの前面に略一致するように磁石ホルダー105にボルト等により固定される。なお、永久磁石122は、所定長の角棒状磁石をその合成磁界が前記プラズマ捕捉用磁界を形成するように並設したものである。従って磁界は反射電極110の材質によりコア121又は反射電極110の対向辺部110aの前面を磁極として発生するので、ターゲットTの周辺に均一な前述の垂直磁界及び補助磁界からなるプラズマ捕捉用磁界を生ずる。なお磁界発生手段120はターゲットホルダー101を介して接地されている。

接地されたリング状のアノード電極130が、反射電極110前方（図で上部）の近傍空間にターゲット間空間を囲むように設けられている。このアノード電極130の配置によつて、スパッタ時のγ電子の捕集を調節でき、その位置によりターゲットTの侵食及び基板巾方向の膜厚分布の調節が出来る。

磁石ホルダー105のホルダ部105aの外面には、ステンレス等からなる金網107が布設されている。金網107により、これら部位に堆積するスパッタ付着物のスパッタ中での剥離すなわち異常放電が防止され、又清掃が簡単になり、生産性、安全運転面で大きな効果が得られる。反射電極110は冷却板103に直接取り付け、アノード電極130は冷却媒体を通す冷却路131を設けてあり、水冷することによりこれらの加熱が防止されるため、スパッタ速度をあげても、基板への輻射熱が少ないので基板の熱変形が少なく、高速生産性が実現される。

アノード電極130の材質は導電材であれば良く、前述のコア121と同様の軟磁性材でも良く、その他銅、ステンレス等でも良い。反射電極110は目的に応じ導電材、絶縁材共に適用される。例えば電位を電源から積極的にかける場合は導電材が、直流スパッタリングで自己バイアスを利用する場合は絶縁材が適用される。図の配置及び後述するその作用から明らかな通り、反射電極110はスパッタされるので、反射電極110の材質はターゲット材そのもの、又はこれらの構成

材の一つあるいはその組み合わせを用いることが、形成される薄膜に余分の成分が混入する恐れがない点で好ましい。なお、本例では、反射電極 110 の電位をターゲット T と同一にしているが  $\gamma$  電子等を反射するに必要負電極になるようにターゲット電位と異なる電源を用いて又は、ターゲット電位とアース電位とを分割して形成することが出来る。そして反射電極 110 は実質的にスパッタされない電位にすることが好ましい。

第 5 図、第 6 図にこれらの点を考慮した生産設備に適した反射電極 110、磁界発生手段 120、アノード電極 130 の取付け構造を示す。第 5 図は、反射電極 110 の対向辺部 110a を交換可能とした例で、図示の通り、対向辺部 110a に反射板 111 をビス等により取り付けたもので、反射板 111 のみターゲットと同一組成とする等必要に応じ交換すれば良い。なお反射板 111 を図示の通りターゲット側突き出すことにより、ターゲット T 周辺部のエロージョンが調整でき、ターゲット T の取り付けボルト等のスパッタリングの防止が可能となる。アノード電極 130 は、磁界発生手段 120 を囲むシールド板と兼用し、その先端部に冷却管 132 を配設することによりその加熱を防止するようにしてある。この構造によりターゲット周辺の冷却が強化されると共に基板等への輻射熱が減少し、スパッタ速度の向上が可能となる。第 6 図は、第 5 図に対し反射電極 110 の冷却強化によりスパッタ速度の更なる向上を計ったものである。すなわち、冷却板 103 の側部に直接磁石ホルダ 105 を取着し、磁界発生手段 120 を収納して、磁界発生手段 20 を冷却するようにすると共に、そのコア 121 を冷却通路 121a を形成した管状のコアとして、その上に直接ビス止め等により板状の反射電極 110 を取着し、コア 121 の冷却通路 121a に冷却水等を流すことにより、反射電極 110 及び磁界発生手段 120 を冷却するようになっている。従って、反射電極 110 及び磁界発生手段 120 の冷却が強化され、スパッタ速度の更なる向上が可能となる。なお、反射電極 110 を独立した電位にする場合に、コア 12 と磁石 122 の間に絶縁材を介在させて電気絶縁すれば冷却面及び磁界発生面で殆ど影響はない。

第 1 図に戻って、以上の構成のターゲット部 1

00, 100' に取着された対向ターゲット T, T' の側方には、磁性薄膜などが形成される長尺の基板 S を保持する基板保持手段 40 が設けられている。基板保持手段 40 は、図示省略した支持ブラケットにより夫々回転自在かつ互いに軸平行に支持された、ロール状の基板 S を保持する繰り出しロール 41 と支持ロール 42 と、巻取ロール 43 との 3 個のロールからなり、基板 S をターゲット T, T' 間の空間に対向するようにスパッタ面に対して略直角方向に保持するように配してある。支持ロール 42 はその表面温度が調節可能となつている。

なお、ターゲット部 100, 100' の他の(図で左側の)側方に、もう 1 つの長尺の基板 S を保持する基板保持手段(図示せず)を設けることが出来る。

一方、スパッタ電力を供給する直流電源からなる電力供給手段 50 はプラス側をアースに、マイナス側をターゲット T, T' に夫々接続する。従って、電力供給手段 50 からのスパッタ電力は、アースをアノードとし、ターゲット T, T' をカソードとして、アノード、カソード間に供給される。なお、本例では導電材ターゲットに適した直流電源を示したが、絶縁物ターゲットの場合には必要に応じ公知の高周波電源に変更すれば良い。

以上の通り、上述の構成は前述の特開昭 57-158380 号公報のものと基本的には同じ構成であり、公知の通り高速低温スパッタが可能となる。すなわち、ターゲット T, T' 間の空間に、プラズマ捕捉用垂直磁界の作用によりスパッタガスイオン、スパッタにより放出された  $\gamma$  電子等が束縛された高密度プラズマが形成される。従って、ターゲット T, T' のスパッタが促進されて前記空間より析出量が増大し、基板 S 上への堆積速度が増し、高速スパッタが出来る上、基板 S がターゲット T, T' の側方にあるので低温スパッタが出来る。

ところで、ターゲット T, T' の表面からスパッタされる高いエネルギーを持つ  $\gamma$  電子は前述のターゲット T, T' の空間に放射されるが、ターゲットの中央及び外周部近傍までは磁界の影響を受けないため、ほぼ一様な  $\gamma$  電子密度になりスパッタに使われる  $Ar^+$  イオンの形成がターゲット T, T' の全面でほぼ一様になされる。一方、タ

ターゲット外周縁部に形成されている強い磁界領域には、第4図に示すようにターゲットT、T'に亘るターゲット面に垂直方向の垂直磁力線Mのほか、ターゲットTを介しての帰還磁気回路によりターゲット面に平行な成分を有する補助磁力線M'が形成されている。図で点線は非磁性ターゲットで非磁性の反射電極110を用いた場合すなわち磁極がコア121の前面となる場合、一点鎖線は磁性ターゲットの磁性の反射電極110を用いた場合すなわち磁極が反射電極110の前面となる場合である。このためターゲットT、T'の中央部の表面から放射された陰極電位降下部（ターゲット表面数mmの間隔）で加速されるγ電子は、垂直磁力線Mに沿ってつる巻き状に拘束され、ターゲットT、T'の間を往復運動するが、ターゲット外縁部で生ずるγ電子の一部は、補助磁力線M'に拘束されて磁界発生手段120のコア121面に向かって運動する。ところが、第17図に示す特開昭59-166376号公報等の従来技術で使用しているアノードとして作用する接地されたシールドを磁界発生手段120上に設ける場合又はそのコアと兼ねて用いる場合にはターゲット外縁部に捕捉されたγ電子の一部はシールドに吸収されると考えられ、従って、ターゲット周辺部ではプラズマ密度が中央部より小さくなり、ターゲットのエロージョン、形成される膜の厚さが中心部に片寄る傾向があつた。これを解決するためにはターゲットT、T'で発生するγ電子をターゲット間で吸収させることなく往復される必要があり、スパッタ電圧を高くする、あるいはスパッタガス圧を高める等の対策が考えられるが、前述の通りその効果には限界があり、又それに伴う膜質等別の問題があつた。

これに対して本発明では、磁界発生手段120のコア121部の前面にγ電子を反射する負電位の反射電極110を設けているので、第4図から自明のごとく、磁力線M、M'に沿って運動する捕捉されたγ電子は、反射電極110表面で反射し、吸収されることなくターゲットT、T'間に戻される。従って、周縁部の強い磁界が捕捉されたγ電子等は吸収されることなくターゲット間空間に蓄積されるので、後述の膜形成例に示す通り放電特性が大巾に改良され、従来実現が困難であつた低電圧、低ガス圧のスパッタが可能となり内

部歪やアルゴンガス等の混入の少ない高品質薄膜の形成が可能となつたと考えられる。

又、大巾にターゲットのエロージョン領域が改良されるが、これは次のように考えられる。すなわち、補助磁力線M'によりターゲット周縁部にはターゲット面と平行な磁界によりマグネトロンスパッタと同様な捕捉磁界が形成され、反射電極110で反射されたγ電子等が効果的に周縁部表面に捕捉され周縁部のプラズマ密度が高くでき、よつて周縁部まで略均一なスパッタすなわちエロージョンが達成できると考えられる。またアノード電極130の配置によつては、γ電子の吸収を調節することができる。

このため、本発明によれば、ターゲットT、T'の全面を一様にスパッタできることはもちろん、γ電子の拘束を厳密に行なうことができるので、基板の巾方向の膜厚分布を広い範囲に亘って任意に調節することができるほか、前述の種々の作用が得られるのである。

以上から明らかな通り、本発明の反射電極は、磁力線M、M'に拘束された電子を反射するものであれば良く、従つてターゲットと同極性の電位具体的に負電位であることが必要であるが、電位の大きさは形成する膜等により異なり実験的に決めるべきである。ターゲットと同電位にすると電源が簡略できる点で有利である。なお直流スパッタリングの場合には単に絶縁体を配するのみでも良い。

又反射電極の設置箇所は、前述の電子を最も効果的に反射できる磁束発生手段のコア前面が好ましいが、この近傍又は/及びターゲット周辺部の近傍であつても良いことはその作用から明らかである。

その形状も、ターゲット周囲を連続して囲むリング状が好ましく、更には板状体でターゲットと磁界発生手段との間の隙間をカバーするものが好ましいが、場合によつては必要箇所に部分的に設けるのみでも良く、その形状も棒状体、網状体等でも良いことはその作用から明らかである。

又、前述の作用から本発明において補助磁界は必須ではないが、ターゲットエロージョン領域の拡大という点で補助磁界を少なくともターゲット周辺部の前面近傍に形成することが好ましい。この補助磁界は、実施例の如く垂直磁界発生用の磁

界発生手段と共用すると構成が簡単となり、好ましいが、別体としても良いことは云うまでもない。また、磁界発生手段も構成簡単な永久磁石を用いる例を示したが、前述の第17図に示す構成等公知の他の構成も適用できることは云うまでもない。

又、アノード電極も、電子の吸収が適切にできる位置に設ければ良く、各反射電極、ターゲットの近傍又は周囲に設けて良く、又ターゲット間の中間位置に1個設けても良い。その形状も実施例の棒状リングの他、網状体等でも良く、ターゲット全周に亘ってシールドと兼ねて設けても、必要な箇所のみに設けても良い。ターゲットのエロージョンの均一化面からはその全周に亘ってそのターゲット間空間を囲むように設けることが好ましい。アノード電極の配置は形成される膜の膜厚分布の大きな相関を有するもので、目的に応じて実験的に定めることが好ましい。

又、本発明が適用されるターゲットの形状も矩形、円形等特に限定されないことは本発明の趣旨から明らかであるが、膜厚分布の制御、エロージョンの不均一化等で問題の多い巾広の長方形ターゲットにおいて本発明の効果はより大きく発現する。なお、本発明は先に本発明者らが特願昭61-142962号で提案した分割されたターゲットにも適用できる。

以下、本発明の効果を実施例の装置による膜形成例に基づいて具体的に説明する。

#### 膜形成例 1

第3図のターゲット構造を用い、ターゲットT、T'は124mm×575mmの巾広の長方形で厚さが20mmの鉄からなるターゲット、ターゲットT、T'の間隔1は120mmで、ターゲットT、T'の夫々の前面から2mm突き出して鉄製の反射電極110を配置し、その電位をターゲットと同電位とした。磁界発生手段120にアルニコ7磁石を用い、反射電極110表面の磁場強度を、ターゲット表面と垂直方向に330ガウスとした。ターゲットT、T'の夫々に対して棒状のアノードリング130を電極110面より10mmはなした空間に配した。第7図にスパッタ特性の1例を示す。Arガス圧2Pa~0.2Paの範囲で450~700Vとすぐれた電圧-電流特性を示した。一点鎖線は、比較のため、反射電極110をターゲットと絶縁して接

地し、7電子の反射に用いるのではなく、従来の接地されたシールド板（アノードとして作用）として用いた従来例の場合である。Arガス圧2Paの場合でも、スパッタ電圧が高くなる様子がわかる。

第8図には、反射電極110を設けた本発明による場合のターゲットT、T'のエロージョンの状態を斜線で示した。ターゲットT、T'をホルダーと固定するために使用しているボルト穴まで一様なスパッタがなされ、全面ほぼ一様な深さに侵食され、その浸蝕比はターゲットT、T'全面積の90%以上であつた。

第9図には、同じく反射電極110を設けた本発明による場合のターゲットT、T'の端部から30mmの位置に設けた基板の巾方向の膜厚分布特性を示した。アノード電極130の位置を反射電極110に対して調節することにより、A、Bの膜厚分布を得た。Aは反射電極110の外縁上に沿って設けた場合、BはターゲットT、T'の125mm巾の部分のアノード電極130の位置のみAの場合より5mm内側に配置し、他の辺はAと同じとした場合である。

#### 膜形成例 2

ターゲット材質を膜形成例1と同様に鉄として、ターゲットサイズ125mm×125mm×20mmその他の条件は膜形成例1と同じにしてスパッタ特性を調べた結果を第10図に示す。投入電力密度Pi(w/cm<sup>2</sup>)を7w/cm<sup>2</sup>まで増加した場合、対向ターゲット空間の中央部（ターゲットより60mmの位置）でターゲット端部から30mm離れた場所の堆積速度Rd(μm/min)の様子を調べたところ、投入電力密度Piに堆積速度Rdが比例し、投入電力密度Piが70w/cm<sup>2</sup>で1.9μm/minの堆積速度Rdを得た。なおArガス圧が0.5~2.0Paでも堆積速度Rdと投入電力密度Piの関係は一樣であつた。すなわち、本発明によれば、ターゲットの冷却効率が向上し、且つスパッタ電圧(500~900V)を低くすることが出来たので、極めて生産性に優れたガス圧変動に左右されない安定した対向ターゲット式スパッタ装置が実現したことが理解される。

#### 膜形成例 3

反射電極110の電子反作用及びターゲット周辺部のターゲット面に平行な磁界成分を有する補助磁界によるプラズマ捕捉作用の効果を確認す

るため膜形成例1に用いた第3図のターゲット構造を基本とし、以下の通り反射電極110、磁界発生手段120の位置を変更して膜形成を行なった。なお、ターゲットT、T'は垂直磁気記録媒体の垂直磁気記録層として公知のCo-Cr(Cr含有量:17wt%)合金ターゲットとし、Co-Cr合金膜を形成した。

第11図に検討したターゲット構造を示す。膜形成例1すなわち、第4図のターゲット構造(タイプE<sub>1</sub>という)に対し、第11図A示すタイプE<sub>2</sub>は補助磁界のない例で磁極となるCo製の反射電極110の対向辺110aをターゲットT表面と略同一面の位置とし、補助磁界が形成されないようにしたものである。第11図Bに示すタイプE<sub>3</sub>は、Cu製の反射電極110を磁界発生手段120の前面でターゲットTの周囲でその表面より後方に位置せしめた例で、第11図Cに示すタイプE<sub>4</sub>タイプE<sub>3</sub>において反射電極を除去したものすなわち従来例に近いタイプで、補助磁界もない例である。

以上の各タイプによる膜形成において、Arガス圧Pを0.1~1.0Paの範囲で変えた時のスパッタ電流IがI=10Aに一定の条件下でのスパッタ電圧Vとの関係を第12図に示す。図の横軸はArガス圧P(Pa)、縦軸はスパッタ電圧V(ボルト)である。又、この膜形成で形成されたCo-Cr垂直膜のターゲットTの長辺方向(575mm巾)の膜厚分布を第13図に示す。図の横軸は、基板上の巾方向位置で、縦軸は膜厚で相対値である。図のCはターゲットTの中心に対応する基板の中心位置である。

なお、この場合のターゲットのエロージョン分布はタイプE<sub>1</sub>では第6図に示す通り全面均一となるが、タイプE<sub>2</sub>~E<sub>4</sub>は共に中心部が深く周辺部が浅い従来と同様若しくは若干改善された分布である。

従来例に近いタイプE<sub>1</sub>と本発明のE<sub>2</sub>~E<sub>4</sub>との比較より本発明の反射電極によりスパッタ特性が大巾に改善され、従来困難であつた低ガス圧、低電圧でのスパッタが可能となり、後述の通りアルゴンガス等の混入の少ない、内部歪等も小さい高品質薄膜の形成が可能となることわかる。そして補助磁界を組み合わせるによりターゲットのエロージョン領域が大巾に改良され、略全面均

一という理想に近いエロージョン可能となると共に、横巾の長いターゲットにおいても形成される薄膜の膜厚が均一化できるという薄膜製造面で待望の性能が得られることも確認された。

#### 5 膜形成例 4

第5図に示すターゲット構造とし、その機械的寸法は膜形成例1と同様とし、そのうちターゲットT、T'をNi<sub>80</sub>Fe<sub>15</sub>Mo<sub>5</sub>(添数字:wt%)をのパーマロイを用いて公知の二層構造の垂直磁気記録媒体の軟磁性層を長尺のポリエチレンテレフタレート(PET)フィルム基板上に連続的に形成した。又反射電極110の反射板111にはNi板を用いた。

ターゲットT、T'の間隔lを130、160、200mmと変えた場合について、Arガス圧Pを0.1から1.0Paの範囲で10Aの一定スパッタ電流Iに対するスパッタ電圧Vを求めた結果を第14に示す。

第15図には、ロール42の表面温度が60~70℃の条件下で50μm厚みのPETフィルムを走行させながらPETフィルムの片面に0.3μmの厚みのパーマロイ層(Ni<sub>80</sub>Fe<sub>15</sub>Mo<sub>5</sub>)を形成した場合のカールkpの値を示す。なおカールKpは第16図に示す如く、直径Dが30mmの円板のサンプルにおいてカールによる両端の変位h<sub>1</sub>、h<sub>2</sub>の合計が最大の直径の変位h<sub>1</sub>、h<sub>2</sub>を用い、 $Kp = \{(h_1 + h_2) / 2D\} \times 100(\%)$ と定義した。

本発明によればガス圧Pを調節することによりPETフィルムの片面にパーマロイ層を形成しても驚くべきことにKpを略零にすることすなわちカールのない薄膜形成が出来ることがわかった。また磁気特性を調べたところ、ガス圧Pが0.1~0.5Paの範囲で抗磁力をHcは20oe以下でありすぐれた軟磁気特性を示した。すなわち初透磁率μi(CGS単位)を調べたところ、例えばターゲット間隔l=200mmで成膜した場合にKp=0%の部分では初透磁率μiは300~450℃で磁気異方性が少なかった。Co-Cr垂直膜とパーマロイ膜を設けた二層膜媒体ではこれまで、パーマロイのHc≤3oeでは磁気異方性が増大するためフレキシブルディスクには周方向の信号レベル変動すなわちモジュレーションが生じる問題があつた。なお反射電極110を設けない従来装置を用いた場合では、スパッタガス圧Pを0.5Paより低くするとスパッタ電圧Vは800V以上となりカールKpを零にするこ



とが出来なかつた。

これに対して、二層膜の垂直磁気帰路媒体において、主磁極励磁型ヘッドを用いると $\mu$ が200以上では信号レベルはほぼ一樣になること知られており上述したところから本発明装置を用いることにより垂直磁気記録フレキシブルディスクの場合の上記課題である信号レベル変動を解消でききる見通しが得られた。

又、上記膜形成においてターゲットT、T'の間隔1が120mmの場合に比較して200mmの場合には、同一投入電力に対して基板へ堆積する生産速度は30%増加する結果を得た。

#### 膜形成例 5

膜形成例4のうちターゲットT、T'をCo<sub>80</sub>Cr<sub>20</sub>(添数字:wt%)の合金ターゲット、反射板111にCo板を用い、6.5 $\mu$ m12 $\mu$ m厚のポリエチレン-26-ナフタレートフィルムをロール42に表面温度を130℃にして走行させながら、Co-Cr薄膜を膜厚0.1 $\mu$ mで形成し、磁気テープ用の垂直磁気媒体を作成した。Co-Cr層の結晶構造は最密六方晶(hcp)でC軸配向しており、ロッキング曲線から求めたC軸分散 $\Delta\theta_{50}$ は5°であつた。垂直抗磁力Hc<sub>1</sub>は800oe、面内抗磁力Hc<sub>2</sub>は150oeと、垂直磁気記録に適した磁気特性であつた。なお、反射電極110を設けない従来装置の場合、ロール42の温度130℃ではHcは550oeと低い値となつた。従つて、本発明によれば高密度記録により適したCo-Cr系垂直磁化膜を形成できることがわかつた。ハイビジョンVTR等に必要の高密度記録用テープとカールのないかつ垂直磁気異方性にすぐれた垂直磁気記録薄膜媒体の形成が出来る。

#### 〔発明の効果〕

以上の通り本発明によればターゲットT、T'のエロージョンはターゲット全面ではほぼ均一におこなわれること、ターゲットの冷却効率が向上し、スパッタ電圧を低くできたので極めて生産

性に優れ、広いスパッタガス圧で膜形成が出来るので例えば、Co-Cr、Ni-Fe-Mo等の結晶組織の制御を必要とする薄膜形成にはすぐれた特性を発現する。上述の例では直流電源を用いた場合を説明したが、例えば非磁性材料例えば錫酸化物ターゲットを用いて透明導電性薄膜等の機能性薄膜を作成する場合には交流電源を用いることにより、より優れた結晶構造体の形成適用できる。このように本発明は広範囲に適用できるもので薄膜の工業生産、品質向上に寄与するところ大である。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例の全構成の説明図、第2図はそのターゲット部の平面図、第3図は第2図のA-B線での断面図、第4図は本発明の作用を説明するため磁力線の分布の説明図、第5図、第6図はターゲット構造の他の実施例の部分側断面図、第7図は膜作成例1でのスパッタ特性を示す電圧Vと電流Iの関係のグラフ、第8図は同例でのターゲットのエロージョンの説明図、第9図は同じく同例で得られた薄膜の基板巾方向の膜厚分布図、第10図は膜形成例2で得られた投入電力密度Piと膜の堆積速度Rdとの関係を示すグラフ、第11図は膜形成例3における反射電極、磁界発生手段の位置を示す説明図、第12図は膜形成例3での各タイプによる放電特性のグラフ、第13図は同じく各タイプによる基板方向の膜厚分布のグラフ、第14図は膜形成例4での放電特性のグラフ、第15図は同例でのガス圧とカールの関係を示すグラフ、第16図はカールの定義の説明図、第17図は従来例のターゲット部の構成の説明図である。

T、T'：ターゲット、10：真空槽、110：反射電極、120：磁界発生手段、130：アノード電極、M：垂直磁力線、M'：補助磁力線。

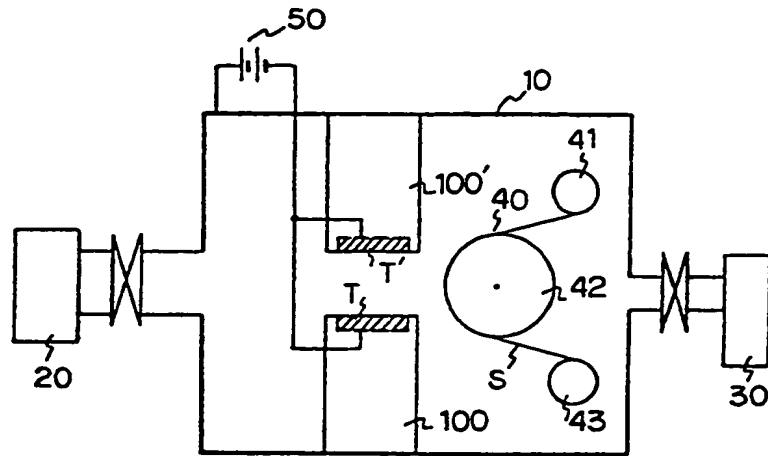


図 1

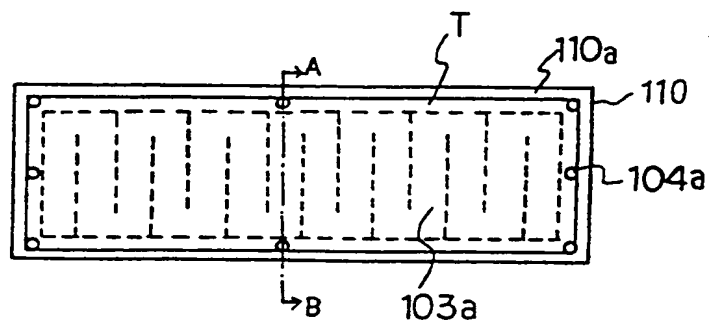


図 2

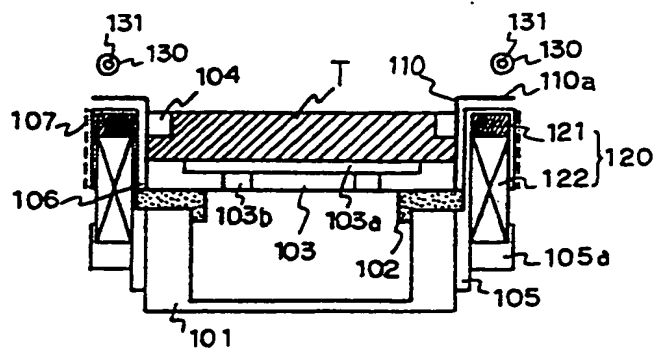


図 3

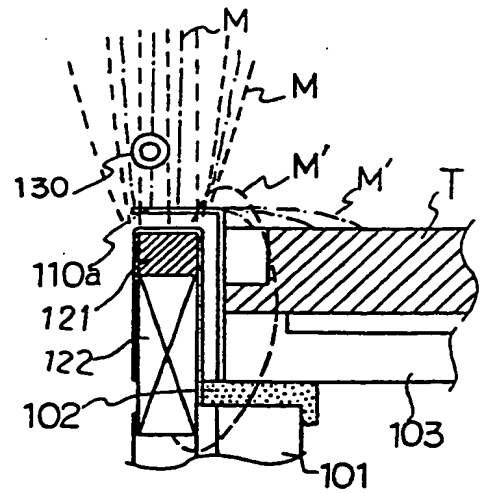


図 4

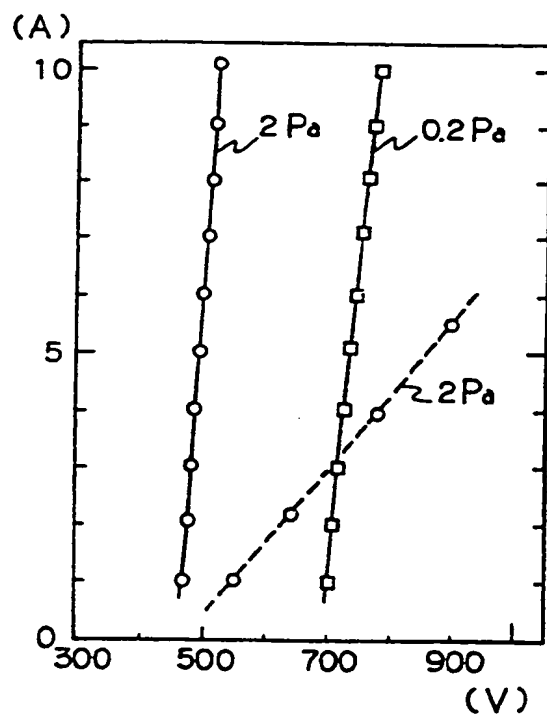


図 7

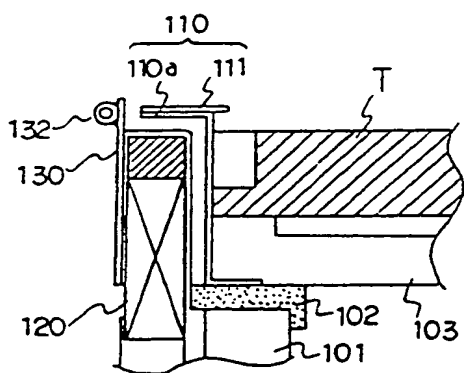


図 5

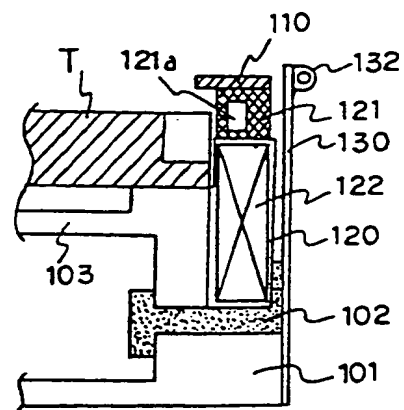


図 6

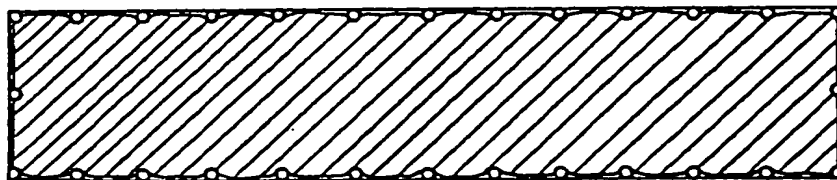


図 8

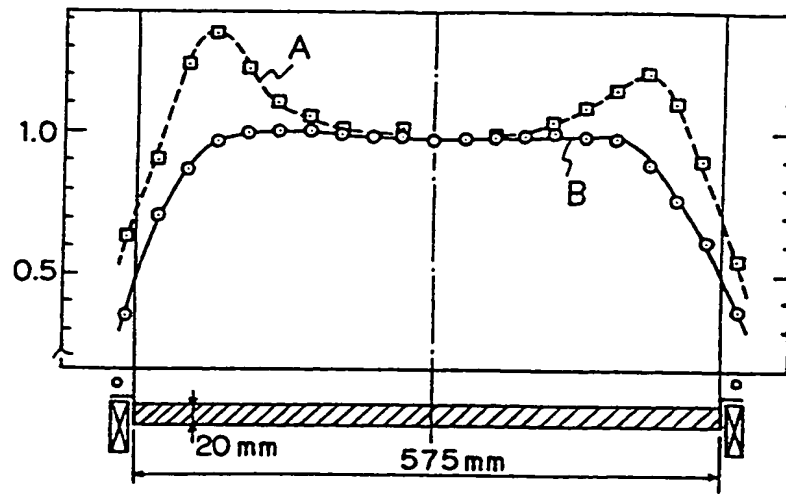


図 9

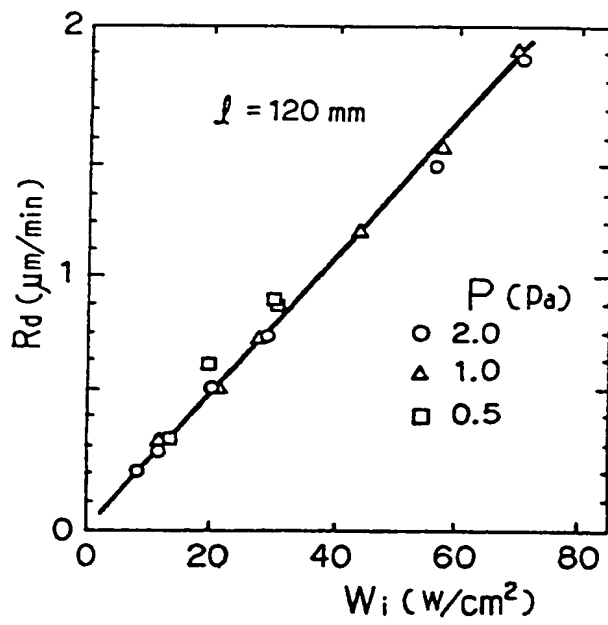
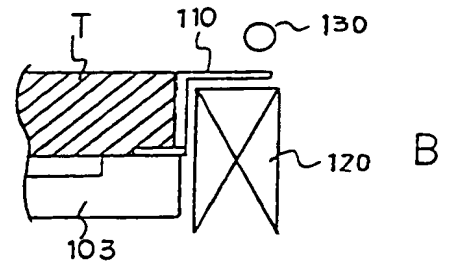


図 10

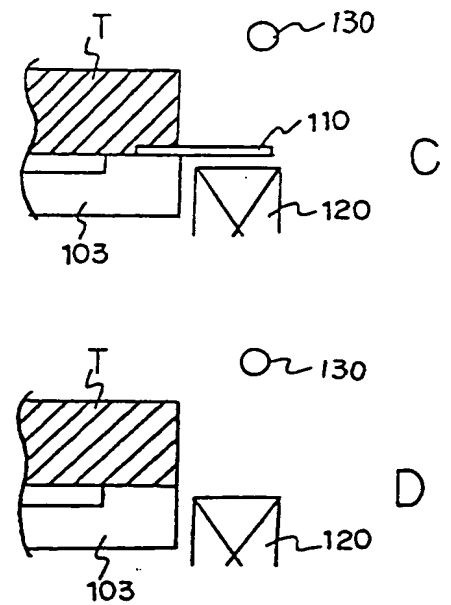


図 11

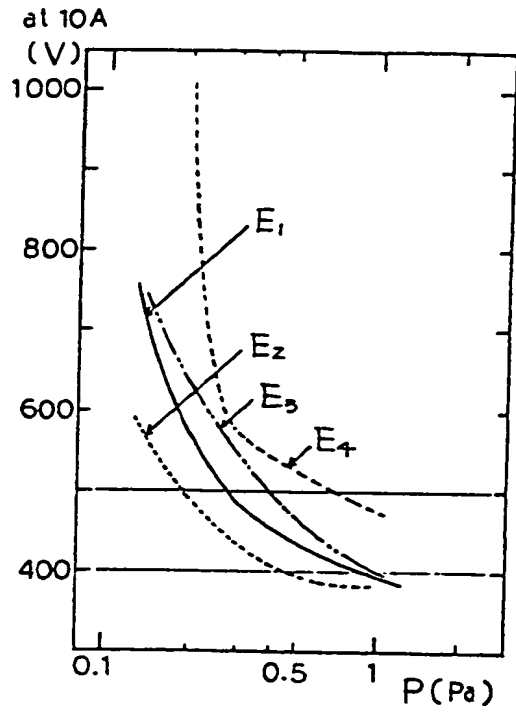


図 12

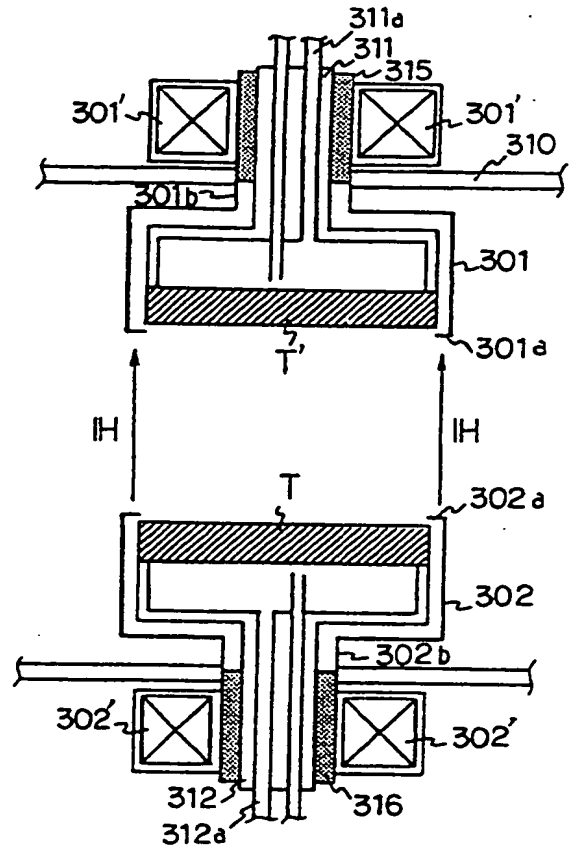


図 17

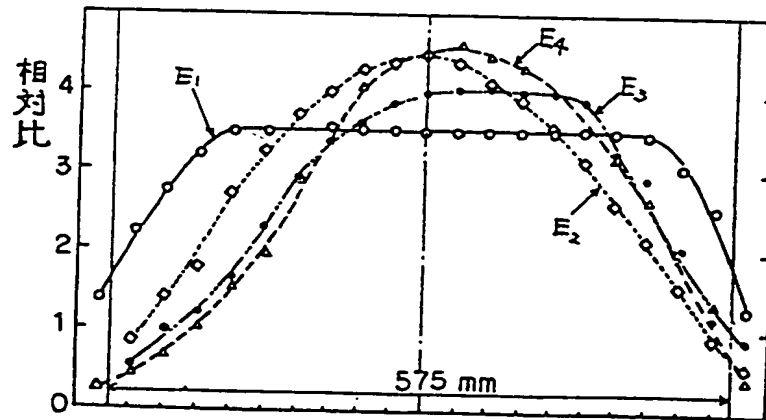


図 13

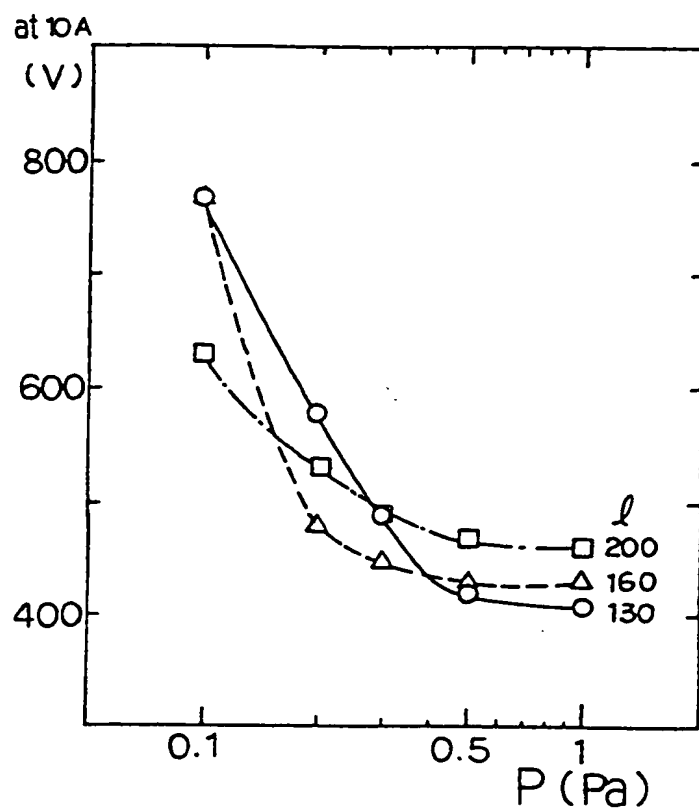


図 14

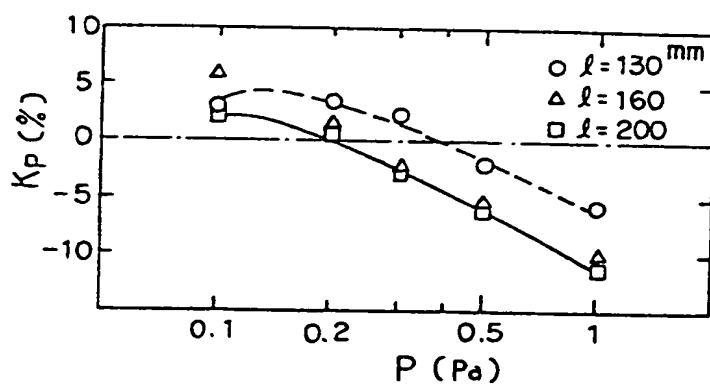


図 15

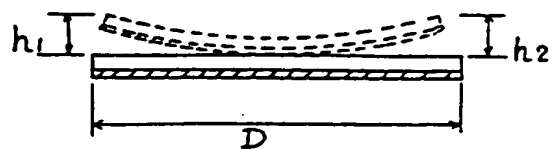


図 16